

## Best Available Copy

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-035360

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl.

H01J 9/02  
H01J 1/304  
H01J 29/04  
H01J 31/12

(21)Application number : 11-202462

(71)Applicant : FUTABA CORP

(22)Date of filing : 16.07.1999

(72)Inventor : YAMAURA TATSUO  
ITO SHIGEO  
TANAKA GENTARO  
TAKANASHI HIROKAZU  
TANABE YASUO  
TSUBOI TOSHIYUKI  
NAWAMAKI KENJI

## (54) MANUFACTURE OF ELECTRON EMITTING SOURCE, THE ELECTRON EMITTING SOURCE AND FLUORESCENT EMISSION TYPE DISPLAY

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently emit electrons with low-voltage drive by using a carbon material, having at least one of carbon nanotube, fullerene, nanoparticle, nanocapsule and carbon nanohorn.

SOLUTION: A cathode conductor 102 and a paste-like carbon layer 201, including carbon nanotube, are laminated on an insulating substrate 1. A paper 301 is adhered to the carbon layer 210 and dried, so as to have the carbon layer 201 and the paper 301 unified. After peeling the surface part of the carbon layer 201 and the paper 301 from the carbon layer 201, the carbon layer 201 is burned to form an emitter. Thereafter, a gate electrode is formed so as to complete an electron emitting source.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3468723  
[Date of registration] 05.09.2003  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-35360

(P 2 0 0 1 - 3 5 3 6 0 A)

(43) 公開日 平成13年 2 月 9 日 (2001. 2. 9)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード <sup>*</sup> (参考)
H01J 9/02		H01J 9/02	B 5C031
1/304		29/04	5C036
29/04		31/12	C
31/12		1/30	F

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全10頁)

(21) 出願番号	特願平11-202462	(71) 出願人	000201814 双葉電子工業株式会社 千葉県茂原市大芝629
(22) 出願日	平成11年 7 月 16 日 (1999. 7. 16)	(72) 発明者	山浦 辰雄 千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式 会社内
		(72) 発明者	伊藤 茂生 千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式 会社内
		(74) 代理人	100099726 弁理士 大塚 秀一

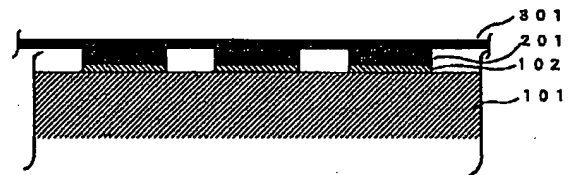
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出源の製造方法、電子放出源及び蛍光発光型表示器

(57) 【要約】

【課題】 カーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料を用いて、低電圧駆動で高効率な電子放出を可能にすること。

【解決手段】 絶縁基板101上に、カソード導体102、カーボンナノチューブを含むペースト状のカーボン層201を積層した後、カーボン層201に紙301を付着して乾燥させることによりカーボン層201と紙301を一体化し、カーボン層201からカーボン層の表面部及び紙301を剥離した後、カーボン層201を焼成することによりエミッタを形成する。その後、ゲート電極を形成することにより電子放出源が完成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、  
絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、  
前記カソード導体にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを含むペースト材料を塗布してカーボン層を形成する工程と、  
前記ペースト状のカーボン層に多孔質のシート部材を付着して乾燥させることにより前記カーボン層と前記シート部材を一体化する工程と、  
前記カーボン層から前記シート部材を剥離した後、前記カーボン層を焼成することによりエミッタを形成する工程と、  
前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項2】 カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、  
絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、  
前記カソード導体に抵抗層を被着する工程と、  
前記抵抗層にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを含むペースト材料を塗布してカーボン層を形成する工程と、  
前記ペースト状のカーボン層に多孔質のシート部材を付着して乾燥させることにより前記カーボン層と前記シート部材を一体化する工程と、  
前記カーボン層から前記シート部材を剥離した後、前記カーボン層を焼成することによりエミッタを形成する工程と、  
前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項3】 前記多孔質のシート部材は、紙、布又はセラミックのシートであることを特徴とする請求項1又は2記載の電子放出源の製造方法。

【請求項4】 カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、  
絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、  
前記カソード導体にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料の分散液を塗布してカーボン層を形成する工程と、

前記カーボン層を乾燥させる工程と、  
前記乾燥したカーボン層に粘着テープを貼付した後、前記粘着テープを剥離させてエミッタを形成する工程と、  
前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項5】 カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、  
絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、  
前記カソード導体に抵抗層を被着する工程と、  
前記抵抗層にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料の分散液を塗布してカーボン層を形成する工程と、  
前記カーボン層を乾燥させる工程と、  
前記乾燥したカーボン層に粘着テープを貼付した後、前記粘着テープを剥離させてエミッタを形成する工程と、  
前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項6】 カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源において、  
前記エミッタは、カーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料を、直接又は抵抗層を介して前記カソード導体に被着すると共に、前記カーボン材料と多孔質のシート部材又は粘着テープを一体化した後に該多孔質のシート部材又は粘着テープを剥離することによって、前記カーボン材料の表面を剥離除去することにより形成したことを特徴とする電子放出源。

【請求項7】 電子放出源及び蛍光体が被着されたアノード電極を真空気密容器内に配設し、前記電子放出源から放出される電子を前記蛍光体に射突させることにより発光表示を行う蛍光発光型表示器において、前記電子放出源として、請求項6記載の電子放出源を使用したことを特徴とする蛍光発光型表示器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子を放出する電子放出源の製造方法、これによって製造した電子放出源及び前記電子放出源を使用した蛍光発光型表示器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、カソード導体とゲート電極（引き出し電極）間に、電子を放出する電子放出材料に

よって形成されたエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源が一部で実用化され又、研究が進められている。

【0003】電界の作用によって電子を放出する電界電子放出源は、金属または半導体等の表面の印加電界を $10^6$  V/m程度にするとトンネル効果により障壁を通過して常温でも真空中に電子放出が行われる現象であり、熱エネルギーを利用する電子源（熱電子放出源）に比べ、省エネルギーで長寿命化が可能等、多くの優れた点を有している。エミッタ材料としては、シリコン等の半導体、タングステン、モリブデンなどの金属、ダイヤモンドライクカーボン（DL C ; Diamond-Like Carbon）等がある。

【0004】エミッタに印加される電界強度によって、その引き出し電流が決定されるため、低電圧駆動で高効率な電子放出源を構成するためには、鋭利な先端を持つエミッタを使用する必要があるため、前記半導体や金属等を使用してエミッタを形成する場合には、電子放出部の先端を鋭利な針状に加工することが必要となる。しかしながら、前記半導体や金属等の先端を鋭利な針状に加工することは容易でなく又、大規模な装置が必要になるため極めて高価になるという問題がある。

【0005】以上の点から、最近、カーボンナノチューブが電子放出材料として注目されつつある。カーボンナノチューブはその外径が1～数10 nmと非常に小さい繊維状のカーボン材料であり、形状的には電界集中が起きやすく低電圧で電子放出を行わせるのに十分な構造形態を持ち、その材料であるカーボンは化学的に安定、機械的にも強靱であるという特徴を持つため、エミッタに適した材料である。

【0006】例えば、カーボンナノチューブを利用した電子放出源として、特開平10-31954号公報に記載されているように、カーボンナノチューブを含むペースト材料をカソード導体上、あるいは前記カソード導体上に被着された抵抗層上に印刷後、焼成し、その上方にリブ状のゲート電極を配置した構造のものがあ、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより、電子を放出させることができる。

【0007】また、前記電子放出源を蛍光発光型表示器の電子放出源として使用する場合には、前記電子放出源に対向するように蛍光体を被着したアノード電極を設けて、これらを真空気密容器内に配設することによって蛍光発光型表示器を形成する。かかる構成とすることにより、前記ゲート電極及びアノード電極を所定の正電位に駆動することによって、低電圧で、前記カーボンナノチューブから放出される電子により前記蛍光体を励起し、発光表示させることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前記公報に記載された

電子放出源においては、カーボンナノチューブを含むカーボン材料をペースト化し、このペースト材料を印刷形成後、乾燥、焼成するにすぎないため、前記カーボン材料をペースト化するための溶剤に含まれる成分が焼成後も残存し、これがカーボンナノチューブの表面を覆った状態でエミッタが形成されるため、前記エミッタの仕事関数が高くなってしまふ。よって、低電圧での電子放出が困難になり又、電子放出効率が低いという問題があった。また、前記エミッタ中に含まれるカーボンナノチューブは前記絶縁基板とほぼ平行に寝た状態で固まったものが多いため、カーボンナノチューブの先端に電界が集中し難く、低電圧での電子放出が困難になり又、電子放出効率が低いという問題があった。

【0009】さらに、カーボンナノチューブ以外にも微少なカーボン材料としてフラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセルあるいはカーボンナノホーン等が注目されているが、これらのペースト材料を用いてエミッタを形成した場合にも、前記同様に、前記溶剤に含まれる成分がカーボンナノチューブの表面を覆った状態でエミッタが形成され、低電圧で高効率に電子放出を生じさせることが困難であるという問題があった。したがって、前記方法で得られた電子放出源を蛍光発光型表示器に使用した場合に、低電圧の駆動では高輝度な発光表示を得ることが困難であるという問題があった。

【0010】本発明は、前記問題点を鑑み成されたもので、カーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料を用いて、低電圧駆動で高効率な電子放出を可能にすることを課題としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、前記カソード導体にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを含むペースト材料を塗布してカーボン層を形成する工程と、前記ペースト状のカーボン層に多孔質のシート部材を付着して乾燥させることにより前記カーボン層と前記シート部材を一体化する工程と、前記カーボン層から前記シート部材を剝離した後、前記カーボン層を焼成することによりエミッタを形成する工程と、前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法が提供される。

【0012】また、本発明によれば、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタか

ら電子を放出する電子放出源の製造方法において、絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、前記カソード導体に抵抗層を被着する工程と、前記抵抗層にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを含むペースト材料を塗布してカーボン層を形成する工程と、前記ペースト状のカーボン層に多孔質のシート部材を付着して乾燥させることにより前記カーボン層と前記シート部材を一体化する工程と、前記カーボン層から前記シート部材を剥離した後、前記カーボン層を焼成することによりエミッタを形成する工程と、前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法が提供される。ここで、前記多孔質のシート部材として、例えば、紙、布又はセラミックのシートが使用できる。

【0013】また、本発明によれば、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、前記カソード導体にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料の分散液を塗布してカーボン層を形成する工程と、前記カーボン層を乾燥させる工程と、前記乾燥したカーボン層に粘着テープを貼付した後、前記粘着テープを剥離させてエミッタを形成する工程と、前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法が提供される。

【0014】さらに、本発明によれば、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、絶縁基板にカソード導体を被着する工程と、前記カソード導体に抵抗層を被着する工程と、前記抵抗層にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料の分散液を塗布してカーボン層を形成する工程と、前記カーボン層を乾燥させる工程と、前記乾燥したカーボン層に粘着テープを貼付した後、前記粘着テープを剥離させてエミッタを形成する工程と、前記エミッタから離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えて成ることを特徴とする電子放出源の製造方法が提供される。

【0015】また、本発明によれば、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源において、前記エミッタは、カーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少な

くとも一つを有するカーボン材料を、直接又は抵抗層を介して前記カソード導体に被着すると共に、前記カーボン材料と多孔質のシート部材又は粘着テープを一体化した後に該多孔質のシート部材又は粘着テープを剥離することによって、前記カーボン材料の表面を剥離除去することにより形成したことを特徴とする電子放出源が提供される。

【0016】また、本発明によれば、電子放出源及び蛍光体が被着されたアノード電極を真空気密容器内に配設し、前記電子放出源から放出される電子を前記蛍光体に射突させることにより発光表示を行う蛍光発光型表示器において、電子放出源として、前記電子放出源を使用したことを特徴とする蛍光発光型表示器が提供される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて、本発明の実施の形態について説明する。尚、各図において同一部分には同一符号を付している。図1乃至図6は、本発明の第1の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図である。

【0018】まず、図1において、珪酸ガラス等の絶縁基板101上に、銀ペーストをスクリーン印刷により形成し、焼成することによって、カソード導体102を約5 $\mu$ m程度の膜厚に被着形成する。次に、図2に示すように、カーボンナノチューブを含むカーボン材料のペースト材料を、スクリーン印刷によりカソード導体102上に塗布して、カーボンナノチューブを有するカーボン層201を約10 $\mu$ m程度の膜厚に形成する。尚、カーボンナノチューブを含むペースト材料としては、アーク放電法によって生成したカーボンナノチューブを含むカーボン材料を、エチルセルローズをテルビオネールに溶解した溶液に、超音波等によって良く分散したものを使用することができる。

【0019】次に、図3に示すように、ペースト状のカーボン層201が乾燥する前に、一方の面からその裏面へ複数の貫通孔を有するシート部材、例えば紙301の一方の面がカーボン層201に当接するように、紙301をカーボン層201に載せて、カーボン層201の表面に付着させる。これにより、紙301の前記一方の面から、ペースト液とともにカーボンナノチューブ等のカーボン材料が紙301の複数の貫通孔に侵入する。このとき、空気等のガスは前記貫通孔を通して他方の面（前記一方の面の裏面）から抜けるため、前記カーボン材料は良好に紙301の貫通孔内に侵入できる。

【0020】この状態で、約100度Cで約10分間程度、大気中で加熱することによってカーボン層201を乾燥させて、カーボン層201と紙301を一体化する。その後、紙301を上方に引き上げて剥離させることにより、カーボン層201の表面部分が紙301と一体になって剥離されるため、カーボン層201がその厚み方向の中間部分で剥離すると共に、カーボン層201

の内部に含まれるカーボンナノチューブが露出して基板101と垂直な方向又はこれに近い方向に配向する。

【0021】次に、図4に示すように、約500度Cで約15分間程度、大気中で焼成して有機成分を除去しエミッタ401を形成する。これによってカソード基板402を形成する。このとき、焼成によりペースト中の有機成分が分解されガス化して除去されても、カーボン層301の形状は変化しないのでカーボンナノチューブの形状は保持されて、エミッタ401の表面には、基板101と垂直な方向又はこれに近い方向に配向した状態でその先端部が露出したカーボンナノチューブが多数形成される。

【0022】次に、図5に示すように、金属板（例えばSUS材）501の上にポリプロピレン層502を形成して成る転写形成用の剥離基板503上に、ゲート電極504を銀ペーストで約5 $\mu$ m厚程度にスクリーン印刷し、乾燥させる。次に、ゲート電極504上に、ガラス性絶縁ペーストを約40 $\mu$ m厚程度にスクリーン印刷して乾燥させることにより絶縁性リブ505を積層形成する。これにより、リブ状ゲート電極506が完成する。その後、絶縁性リブ505上に、アクリル系の粘着層507を印刷する。次に、図6に示すように、ゲート電極504がエミッタ401間の凹部に位置するようにカソード基板402と位置合わせを行って転写し、その後、約560度Cで15分間程度、大気中で焼成することにより、電界放出型の電子放出源が完成する。

【0023】以上のようにして製造された電子放出源を真真空密容器内に配設し、カソード導体102とゲート電極504間に駆動電圧を印加することにより、エミッタ401から電子放出を得ることができる。このとき、エミッタ401には、絶縁基板101に対して垂直又はそれに近い方向に配向している多数のカーボンナノチューブが露出した状態で形成され又、その密度も大きいため、低電圧駆動でも電子が放出されやすく又、電子の放出量も多くなる。また、ペースト化するための溶剤に含まれる成分がカーボン層201の表面に残存した場合でも、紙301とともに剥離除去されてカーボンナノチューブが露出するため、低電圧駆動で高効率な電子放出が可能になる。

【0024】図7は、本発明の第2の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図である。本第2の実施の形態と前記第1の実施の形態との相違点は、前記第1の実施の形態が、絶縁基板101上にカソード導体102を被着形成すると共にカソード導体102にエミッタ401を直接被着形成しているのに対し、本第2の実施の形態においては、絶縁基板101上にカソード導体102を被着形成し、カソード導体102に抵抗層701を被着形成し、抵抗層701にエミッタ401を被着形成するようにしている点であり、その他の点は同一である。前記のように、カソード導体10

2とエミッタ401間に、抵抗層701を設けることにより、電子放出の安定化や、ゲート電極504とエミッタ401が短絡した際の過電流の発生防止が可能になる。

【0025】次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。図8乃至図10は、第3の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図である。まず、アーク放電法によって生成されたカーボンナノチューブを含むカーボン材料を粉砕機で粉砕し、これを分散媒であるアセトン中に入れて超音波によって良く分散する。暫く静置した後、分散液の上半分程度を回収する。

【0026】一方、図8に示すように、硼珪酸ガラス等の絶縁基板101上に、銀ペーストをスクリーン印刷により形成し、焼成することによって、カソード導体102を約5 $\mu$ m程度の膜厚に被着形成する。次に、カソード導体102のパターンに対応する形状の開口802を有するマスク801を、カソード導体102に開口802が一致するように位置合わせを行って絶縁基板101上に重ね、これを容器（図示せず）内に配置する。

【0027】次に、前記の如くして回収したカーボン材料の分散液を、前記容器内に配設された基板に、マスク801の上部から散布する。その後、これを自然乾燥させた後、マスク801を取り除くと、図9に示すように、絶縁基板101、カソード導体102、カソード導体102と同一パターンに形成されたカーボン層904が積層形成される。ここで、カーボン層904は、密度の大きい物（アーク放電法によってカーボンナノチューブを生成する際に使用する金属触媒）が多い下層部分901、単層カーボンナノチューブが多い中層部分902、密度の小さい物（フラーレン等）が多い上層部分903によって構成されている。

【0028】次に、図10に示すように、カーボン層904の上部表面に、粘着材を有するシート部材である粘着テープ1001を貼付して、カーボン層904と粘着テープ1001を一体化させ、その後、粘着テープ1001を剥離することにより、カーボン層904の上部を覆っている上層部903を粘着テープ1001とともに剥離除去してエミッタ1002を形成する。これにより、カソード基板1003が形成され、エミッタ1002では、中層部902に含まれるカーボンナノチューブの先端部分が露出する。その後、第1の実施の形態と同様にして、エミッタ1002間の凹部内にリブ状ゲート電極を形成することにより、電子放出源が完成する。

【0029】本第3の実施の形態においても、低電圧駆動下で電子が放出されやすく又、電子の放出量の多い電子放出源を製造することができ、電界電子放出特性が大きく向上した電子放出源を提供することが可能になる。また、分散液に含まれる不要な成分がカーボン層904の上部表面に残存している場合でも、粘着テープ100

1とともに除去されてカーボンナノチューブが露出するため、低電圧駆動で高効率な電子放出が可能になる。

【0030】尚、本第3の実施の形態においては、絶縁基板101上にカソード導体102を被着形成すると共にカソード導体102にエミッタ1002を直接被着形成したが、前記第2の実施の形態と同様に、絶縁基板101上にカソード導体102を被着する工程と、カソード導体102に抵抗層を被着する工程と、前記抵抗層にエミッタ1002を被着する工程とを備えるようにしてもよい。これにより、電子放出の安定化や、ゲート電極とエミッタ1002が短絡した際の過電流の発生防止が可能になる。

【0031】また、上記各実施の形態においては、ゲート電極をリブ状ゲート電極によって形成したが、メッシュ状ゲート電極等、他の構造のゲート電極を形成するようにしてもよい。さらに、エミッタの材料としてカーボンナノチューブを含むカーボン材料を使用してカーボンナノチューブがエミッタ表面に露出するようにしたが、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセルあるいはカーボンナノホーンを含むカーボン材料を使用してこれらがエミッタ表面に露出するようにしてもよい。即ち、エミッタ301の材料として、単層又は多層のカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中、少なくとも一つを有するカーボン材料を使用することが可能である。

【0032】次に、上記電子放出源を使用して、蛍光発光型表示器を形成する。図11は、本発明の実施の形態に係る蛍光発光型表示器の一部切欠き側面図であり、前記第1の実施の形態によって製造した電子放出源を使用した蛍光発光型表示器の例である。図11において、蛍光発光型表示器は、珪酸ガラスによって形成された背面基板としての絶縁基板101、珪酸ガラスによって形成された透光性の前面基板としての絶縁基板1101、及び、絶縁基板101、1101の周囲を封着するシールガラス1104とを有し、その内部が真空状態に保持された真空気密容器を備えている。

【0033】また、前述したように、絶縁基板101の内面上には、カソード導体102、カソード導体102に連続して被着形成されたエミッタ401が積層被着されている。さらに、絶縁基板101の内面上にはエミッタ401間の凹部内に、ゲート電極504及び絶縁性リブ505によって形成されたリブ状ゲート電極506が被着されている。一方、絶縁基板1101の内面上には、アノード電極1102及びアノード電極1102に被着された蛍光体1103が積層配設されている。

【0034】尚、文字やグラフィック等を表示する形式の蛍光発光型表示器の場合には、カソード導体102、アノード電極1102及びゲート電極504は、各々、マトリクス状に形成する、あるいは、特定の電極をベタ状に形成して他の電極をマトリクス状に形成する等、適

宜目的に応じたパターンに形成する。また、大画面表示装置の画素用発光素子として使用する蛍光発光型表示器の場合にも、前記各電極のパターンを適宜選定して形成する。

【0035】上記構成の蛍光発光型表示器において、カソード導体102、ゲート電極504及びアノード電極1102に所定電圧の駆動信号を供給することにより蛍光体1103が発光し、各電極の形成パターンや駆動信号に応じて、文字やグラフィック等の発光表示、あるいは発光素子としての発光表示を行わせることができる。このとき、エミッタ401の表面に露出したカーボンナノチューブ等に電界集中が生じるため、低電圧駆動により、高輝度で高品位な発光表示を得ることが可能になる。

【0036】以上述べたように本発明の実施の形態に係る電子放出源の製造方法は、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、絶縁基板101にカソード導体102を被着する工程と、カソード導体102にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを含むペースト材料を塗布してカーボン層201を形成する工程と、前記ペースト状のカーボン層201に紙301等の多孔質のシート部材を付着して乾燥させることによりカーボン層201と前記シート部材を分離できないように一体化する工程と、カーボン層201から前記シート部材を剥離した後、カーボン層201を焼成することによりエミッタ401を形成する工程と、エミッタ401から離間してカソード基板402上にリブ状ゲート電極506あるいはメッシュ状ゲート電極を形成する工程とを備えている。したがって、前記カーボン材料の表面に被着した溶媒成分等が除去されると共にカーボンナノチューブ等の電子放出材料が絶縁基板101と垂直な方向やこれに近い方向に配向又は露出した状態で露出し、前記電子放出材料に電界集中が生じるため、低電圧で高効率に電子放出を生じる電子放出源を製造することが可能になる。

【0037】また、前記製造工程中、カソード導体102を被着する工程とエミッタ401を形成する工程の間に、 $RuO_x$ 系の抵抗材料等によって形成した抵抗層701をカソード導体102に被着する工程を付加するようにしてもよい。即ち、絶縁基板101にカソード導体102を被着する工程と、カソード導体102に抵抗層701を被着する工程と、抵抗層701にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するエミッタ401を被着形成する工程とを備えるようにしてもよい。これにより、前記のように低電圧で高効率に電子放出を生じる電子放出源を製造することが可能に

なるだけでなく、電子放出の安定化や電極短絡時の過電流防止が可能な電子放出源の製造方法が提供される。尚、前記多孔質のシート部材は、例えば、紙、布又はセラミックのシート等、一方の面からその裏面に貫通する複数の貫通孔を有するシート状の多孔質部材が使用できる。

【0038】また、本発明の実施の形態に係る電子放出源の製造方法は、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源の製造方法において、絶縁基板101にカソード導体102を被着する工程と、カソード導体102にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料の分散液を塗布してカーボン層904を形成する工程と、カーボン層904を乾燥させる工程と、前記乾燥したカーボン層904に粘着テープ1001を貼付した後、前記カーボン層の上層部とともに前記粘着テープ1001を剥離させてエミッタ1002を形成する工程と、エミッタ1002から離間する位置にゲート電極を形成する工程とを備えている。したがって、エミッタ1002に含まれるカーボンナノチューブ等のカーボン材料表面に被着した溶媒成分等が除去されて露出すると共に、カーボンナノチューブ等の電子放出材料が絶縁基板101と垂直な方向やこれに近い方向に配向又は露出した状態で露出し、前記電子放出材料に電界集中が生じるため、低電圧で高効率に電子放出を生じる電子放出源を製造することが可能になる。

【0039】また、前述したように、前記製造工程中、カソード導体102を被着する工程とエミッタ1002を形成する工程の間に、 $RuO_2$ 系の抵抗材料等によって形成した抵抗層をカソード導体102に被着する工程を付加するようにしてもよい。即ち、絶縁基板101にカソード導体102を被着する工程と、カソード導体102に抵抗層を被着する工程と、前記抵抗層にカーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するエミッタを被着形成する工程とを備えるようにしてもよい。これにより、前記同様に、低電圧で高効率に電子放出を生じる電子放出源を製造することが可能になるだけでなく、電子放出の安定化や電極短絡時の過電流防止が可能な電子放出源の製造方法が提供される。

【0040】さらに、本発明の実施の形態によれば、カソード導体とゲート電極間にエミッタを配設し、前記カソード導体とゲート電極間に電圧を印加することにより前記エミッタから電子を放出する電子放出源において、エミッタ401、1002は、カーボンナノチューブ、フラーレン、ナノパーティクル、ナノカプセル及びカーボンナノホーンの中の少なくとも一つを有するカーボン材料を、直接又は抵抗層701を介してカソード導体1

02に被着すると共に、前記カーボン材料と紙301又は粘着テープ1001を一体化した後に紙301又は粘着テープ1001を剥離することによって、前記カーボン材料の表面を剥離除去することにより形成されている。したがって、エミッタ401、1002の表面に露出したカーボンナノチューブ等に電界集中が生じるため、低電圧駆動により、高輝度で高品位な発光表示を得ることが可能になる。

【0041】尚、前記各実施の形態においては、カソード導体102に対してゲート電極504を上方に配設する立体構造の電子放出源の例で説明したが、カソード導体とゲート電極の双方を絶縁基板上の同一平面上に配設することにより、平面的な電子放出源を構成することも可能である。

#### 【0042】

【実施例】図12は本発明の実施例に係る電子放出源の特性評価を行うための装置を示す側断面図であり、図13及び図14はその特性図である。図12で使用した電子放出源は前記第3の実施の形態に係る製造方法によって製造した電子放出源であり、真空外囲器1203を構成する絶縁性の背面基板101内面にはカソード導体102及びエミッタ1002が積層被着され、絶縁性基板1101内面には、エミッタ1002に対向してアノード電極1102が被着されている。また、カソード導体102とアノード電極1102の間に、直流電源1201及び電流計1202の直列回路が接続されている。尚、カソード導体102とアノード電極1102の距離は $100\mu m$ で、カソード導体102及びエミッタ1002の大きさは直径1mmの円形状に形成されている。

【0043】図13に、エミッタ1002及びアノード電極1102間電流Iとカソード導体102及びアノード電極1102間印加電圧E (I-V) 特性を示すように、粘着テープ1001による剥離処理を行ったもの(処理)は約300V付近から電流が流れはじめており、前記処理を行わなかったもの(未処理)に比べて、電子放出のしきい値が低くなり又、電子放出量も増加していることがわかる。また、前記処理を行ったものの方が再現性も向上した。

【0044】また、図14にF-N (Fowler-Nordheim) プロットを示すように、前記処理を行ったもの(処理)と前記処理を行わなかったもの(未処理)のいずれも負の傾きを有する直線であることから、電界電子放出が生じていることは明らかである。また、前記処理を行ったものと前記処理を行わなかったものの特性の傾斜は等しく、且つ、前記処理を行ったものは前記処理を行わなかったものの特性を右方に平行移動した特性になっている。これにより、エミッタ1002に含まれる個々のカーボンナノチューブの電界電子放出特性が向上したのではなく、電界電子放出に貢献しているカーボンナノチューブの数が増加していることがわかる。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、低電圧で高効率な電子放出源の製造方法を提供することが可能になる。これにより、電子放出特性の優れた電子放出源を提供することが可能になる。また、低電圧駆動可能で、高輝度で高品位な蛍光発光型表示器を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、絶縁基板にカソード導体を被着する工程を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、カーボン層を形成する工程を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、カーボン層とシート部材を一体化する工程を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、エミッタを形成する工程を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、ゲート電極を形成する工程を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、ゲート電極を形成する工程を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、カーボン層を形

成する工程を示す図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態に係る電子放出源の製造方法を説明するための側断面図で、エミッタを形成する工程を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態に係る蛍光発光型表示器の一部切欠き側面図である。

【図12】本発明の実施例に係る電子放出源の特性を測定するための装置を示す図である。

【図13】本発明の実施例に係る電子放出源のI-V特性図である。

【図14】本発明の実施例に係る電子放出源のF-Nプロット特性図である。

【符号の説明】

101・・・真空気密容器を構成する背面基板としての絶縁基板

102・・・カソード導体

201、904・・・カーボン層

301・・・シート部材としての紙

401、1002・・・エミッタ

402・・・カソード基板

504・・・ゲート電極

505・・・絶縁性リブ

506・・・リブ状ゲート電極

701・・・抵抗層

801・・・マスク

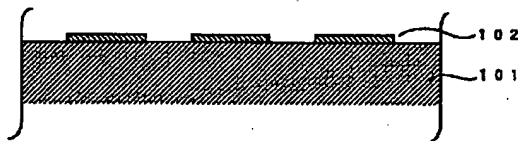
1001・・・粘着テープ

1101・・・真空気密容器を構成する前面基板としての絶縁基板

1102・・・アノード電極

1103・・・蛍光体

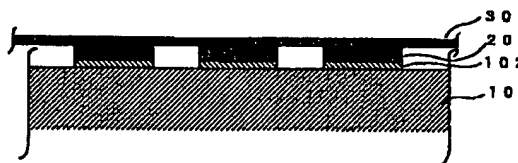
【図1】



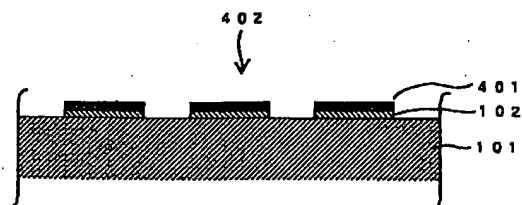
【図2】



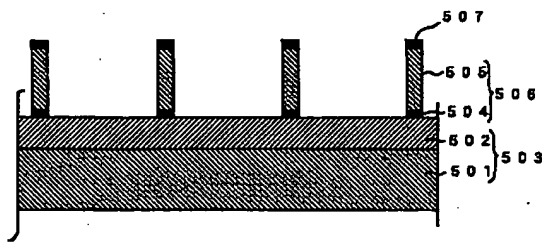
【図3】



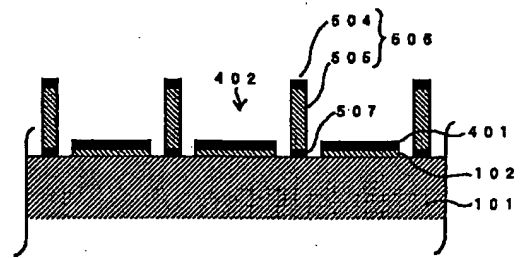
【図4】



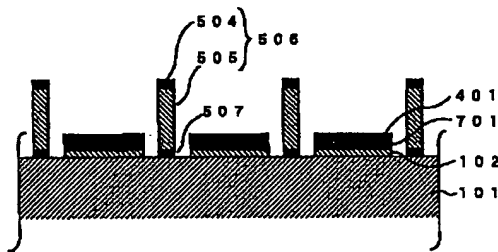
【図5】



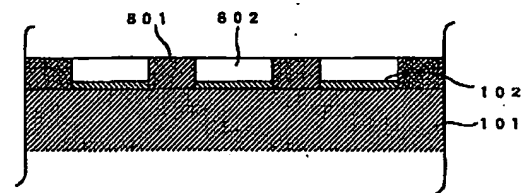
【図6】



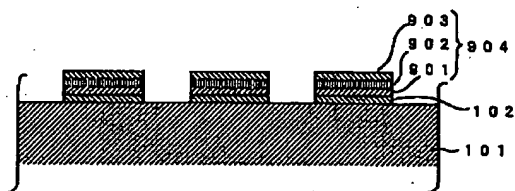
【図7】



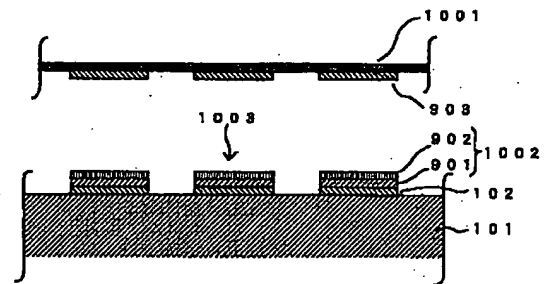
【図8】



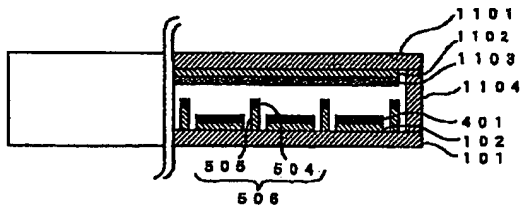
【図9】



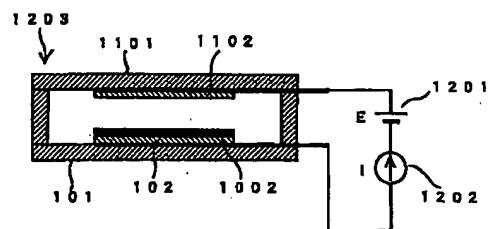
【図10】



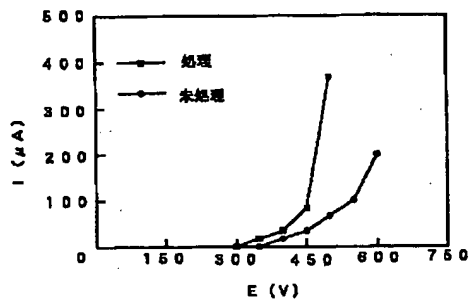
【図11】



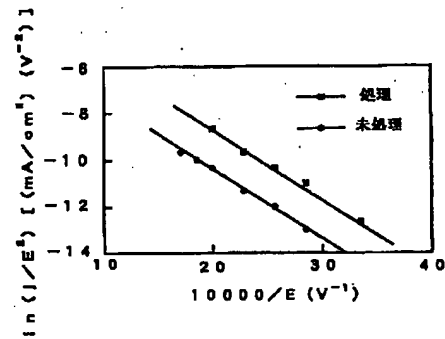
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 源太郎  
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式  
会社内  
(72)発明者 高梨 浩和  
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式  
会社内  
(72)発明者 田辺 泰雄  
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式  
会社内

(72)発明者 坪井 利行  
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式  
会社内  
(72)発明者 縄巻 健司  
千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式  
会社内  
Fターム(参考) 5C031 DD09 DD19  
5C036 EF01 EF06 EG02 EG12